

## Тема урока: Основные положения МКТ. Броуновское движение

### Перечень вопросов, рассматриваемых на уроке:

основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ), их экспериментальное подтверждение;

сравнение и объяснение понятия диффузии и броуновского движения;

оценка размеров молекул;

оценка сил взаимодействия молекул;

микроскопические параметры молекул вещества.

### Глоссарий по теме

**Атом** – наименьшая частица химического элемента, которая является носителем его химических свойств.

**Молекула** – наименьшая устойчивая частица вещества, обладающая всеми химическими свойствами.

**Физическое тело (или тело)** - материальный объект, имеющий массу, форму, объем и отделенный от других тел внешней границей раздела.

**Макроскопическое тело** – это тело, состоящее из огромного числа молекул.

**Микроскопические параметры**–параметры, характеризующие движение отдельной молекулы (масса молекулы, её скорость, импульс, кинетическая энергия и т.д.).

**Макроскопические параметры** – параметры, характеризующие свойства вещества как целого (масса вещества, давление, объем, температура).

**Закон Авогадро:** разные газы, объемы которых равны, при одной и той же температуре и давлении содержат одно и то же число молекул.

**Закон кратности отношений (закон Дальтона):** при образовании из двух элементов различных веществ, массы одного из элементов в разных отношениях находятся в кратных отношениях.

**Тепловые явления** – это явления, связанные с изменением температуры тела.

**Тепловое движение** – беспорядочное (хаотичное)и непрерывное движение частиц, из которых состоит вещество.

**Броуновское движение** – это тепловое движение взвешенных в жидкости или газе частиц.

**Диффузия** – процесс взаимного проникновения молекул одного вещества между молекулами другого вещества.

## Основное содержание урока

Изменение температуры оказывает влияние на все свойства тел. Кроме механических свойств тел (например, упругость) меняются сопротивление проводника, магнитные свойства, цвет тела и др.

Одна из основных задач молекулярной физики: найти законы, которые могли бы объяснить изменения в телах, когда с самими телами ничего не происходит с точки зрения механики.

Раздел физики, изучающий тепловые явления, называется молекулярной физикой.

Философы древности догадывались о том, что теплота – это вид внутреннего движения. Гипотеза Демокрита, что нет ничего, кроме атомов и пустого пространства, положила начало возникновению и развитию основных представлений МКТ.

Последовательная молекулярно-кинетическая теория начинает развиваться только в XVIII в. Большой вклад в развитие МКТ был сделан Михаилом Васильевичем Ломоносовым. Он рассматривал теплоту как вращательное движение частиц тела. Огромный вклад в развитие атомной теории внесли Дмитрий Менделеев, Джон Дальтон, Амедео Авогадро.

В основе МКТ строения вещества лежат следующие утверждения:

1. Все вещества состоят из частиц, между которыми есть промежутки.
2. Частицы движутся хаотично и непрерывно.
3. Частицы взаимодействуют друг с другом силами притяжения и отталкивания.

Молекулы одного и того же вещества одинаковы. Молекулы состоят из атомов. Все атомы систематизированы на основе периодического закона Менделеева.

Размеры молекул настолько малы, что увидеть их можно только с помощью электронного микроскопа, ионного проектора. Один из опытов по оценке размеров молекул провел английский учёный Джон Рэлей.

Метод Рэля: в широкий сосуд наливают воду и на её поверхность помещают каплю оливкового масла известного объёма. Капля растекается по поверхности воды и образовывается круглая пленка. Площадь плёнки увеличивается, но затем растекание прекращается. Рэлей предположил, что толщина пленки совпадает с размером одной молекулы, и решил определить её толщину. Таким образом, пленку можно представить в виде цилиндра, плавающего на поверхности воды.  $S$  - площадь основания цилиндра, а  $d$  - его высота, равная диаметру молекул оливкового масла. Объем  $V$  слоя масла равен произведению его площади поверхности  $S = \pi R^2$  (где  $R$  – радиус масляного пятна на поверхности воды) на толщину  $d$  слоя,

$$\text{т.е. } V = Sd$$

Следовательно, линейный размер молекулы оливкового масла равен отношению объема капли к площади пленки:

$$d = \frac{V}{S}$$

Размер молекулы в данном опыте получался порядка:

$$d \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

Опытные подтверждения I положения МКТ:

закон Дальтона, дробление вещества; испарение жидкостей; расширение тел при нагревании; диффузия; деформация.

Опытные подтверждения II положения МКТ: диффузия; броуновское движение; стремление газа занять любой объем.

Опытные подтверждения III положения МКТ: деформация, смачивание, поверхностное натяжение жидкости, сохранение формы твердого тела.

Диффузия – процесс взаимного проникновения молекул одного вещества между молекулами другого вещества, приводящий к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объему. Скорость диффузии зависит от температуры и агрегатного состояния диффундирующих веществ. В некоторых случаях имеет место осмос - односторонняя диффузия молекул жидкости или газа через полупроницаемую мембрану, разделяющую два раствора или газа разной концентрации.

Броуновское движение – это тепловое движение взвешенных в жидкости или газе частиц. Причина броуновского движения частицы заключается в том, что удары молекул жидкости или газа о частицу не компенсируют друг друга.

Молекула – сложная система, состоящая из отдельных заряженных частиц: электронов и атомных ядер. В целом молекулы электрически нейтральны, тем не менее между ними на малых расстояниях действуют значительные электрические силы: происходит взаимодействие.

Диаметр молекул зависит от температуры, но этой зависимостью пренебрегают, так как она незначительна электронов и атомных ядер соседних молекул.

Молекулы различных веществ взаимодействуют друг с другом. Силы взаимодействия зависят от типа молекул и расстояния между ними. Характер движения и расположения молекул определяет то или иное агрегатное состояние вещества.

При определённом расстоянии  $r_0$  между молекулами сила притяжения становится равной силе отталкивания. Это расстояние считается равным диаметру молекулы и отсчитывается от их центров.

Если расстояния между молекулами превышают 2-3 диаметра молекул, то между молекулами действуют силы притяжения. По мере уменьшения расстояния между молекулами сила их взаимного притяжения сначала увеличивается, но одновременно увеличивается и сила отталкивания. Результирующая сила направлена в сторону действия силы притяжения.

Если расстояния между молекулами становятся меньше размеров самих молекул, электронные оболочки атомов начинают перекрываться и быстро увеличивается сила отталкивания. Результирующая сила направлена в сторону силы отталкивания.

Потенциальная энергия взаимодействия молекул и сила межмолекулярного взаимодействия зависят от расстояния между молекулами (рис.1).

- 1) При  $r_0 = r$  потенциальная энергия минимальна, сила притяжения равна силе отталкивания;
- 2) при  $r > r_0$  сила притяжения больше силы отталкивания;
- 3) при  $r < r_0$  сила притяжения меньше силы отталкивания.

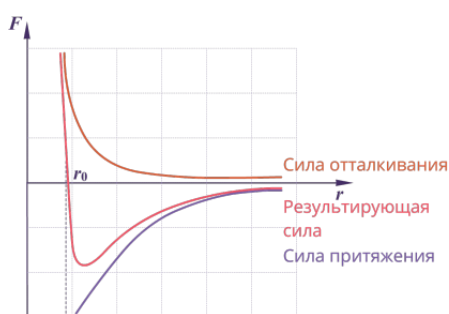


Рис. 1

Силы взаимодействия молекул являются консервативными силами (потенциальными). Макроскопическим проявлением межмолекулярного взаимодействия является сила упругости.

Поскольку молекулы совершают перемещения или колебания, они обладают скоростью, отличной от нуля. Таким образом, отдельная молекула характеризуется массой, импульсом, скоростью и энергией движения. Перечисленные параметры называются микроскопическими параметрами.

Микросостояние – это способ реализации макросостояния системы.

Основные характеристики молекул и их систем, способы их расчёта:

а) порядок диаметра молекул:

$$d = 10^{-10} \text{ м};$$

б) скорость движения молекул: сотни метров в секунду;

в) атомная единица массы (а.е.м.) равна  $\frac{1}{12}$  массы атома  $^{12}_6\text{C}$ , то есть:

$$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Относительная молекулярная (или атомная) масса – отношение массы  $m_0$  молекулы (или атома) данного вещества к  $\frac{1}{12}$  массы атома углерода  $m_{0c}$ :

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0c}}$$

Молярная масса – масса одного моля вещества:

$$M = m_0 N_A$$

или

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Моль – количество вещества, содержащее столько же молекул(атомов), сколько же содержится в углероде массой 0,012 кг.

Количество вещества – это отношение массы вещества к его молярной массе:

$$\nu = \frac{m}{M}$$

Количество вещества также равно отношению числа молекул в данном теле к постоянной Авогадро:

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

Число Авогадро – число молекул или атомов в 1 моле вещества:

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Подсчёт броуновских частиц на разных высотах позволил французскому физика Жану Батисту Перрену определить постоянную Авогадро совершенно новым способом и выяснить, что распределение молекул по высоте определяют два фактора:

- 1) беспорядочное тепловое движение молекул газа;
- 2) действие на молекулы силы тяжести. Скорость теплового движения молекул увеличивается при повышении температуры газа и уменьшается с увеличением высоты.

### Разбор тренировочных заданий

1. Что является главным доказательством молекулярно-кинетической теории?  
Подчеркните правильный ответ.

Варианты ответов:

- 1) размеры молекул;
- 2) масса молекул;
- 3) броуновское движение;
- 4) существование субатомных частиц.

Правильный вариант: 3) броуновское движение

2. Какой объем занимает 100 моль ртути?

Варианты ответов:

1. 0,015 м<sup>3</sup>
2. 1,5 м<sup>3</sup>
3. 0,007 м<sup>3</sup>
4. 0,0015 м<sup>3</sup>

Правильный вариант: 4) 0,0015 м<sup>3</sup>

Решение:

Плотность ртути:  $\rho = 13600 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$  (из табл. плотности веществ). С помощью таблицы Менделеева находим молярную массу ртути:

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}} = 200 \times 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$$

Записываем формулы массы:

$$m = \rho V = M\nu$$

Получаем формулу для объема ртути:

$$V = \frac{M\nu}{\rho} = \frac{200 \times 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}} \times 100 \text{ МОЛЬ}}{13600 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}} \approx 1,5 \times 10^{-3} \text{ м}^3 = 0,0015 \text{ м}^3 = 1,5 \text{ л}$$

Ответ: 1,5 л.

Домашнее задание: Изучить и составить конспект.

Выполненные задания отправить на электронную почту

[Lelya.Stepanova.66@inbox.ru](mailto:Lelya.Stepanova.66@inbox.ru)